

## VU Research Portal

### **Naar een optimaal gewicht voor kalkzandsteenblokken. Mechanische belasting van de rug en schouders tijdens blokkenstellen.**

Kuijer, P.P.F.M.; Faber, G.S.; Hoozemans, M.J.M.; van der Molen, H.F.; Grouwstra, R.; Kingma, I.; Frings-Dresen, M.H.W.; van Dieen, J.H.

#### ***published in***

Tijdschrift voor Ergonomie  
2007

[Link to publication in VU Research Portal](#)

#### ***citation for published version (APA)***

Kuijer, P. P. F. M., Faber, G. S., Hoozemans, M. J. M., van der Molen, H. F., Grouwstra, R., Kingma, I., Frings-Dresen, M. H. W., & van Dieen, J. H. (2007). Naar een optimaal gewicht voor kalkzandsteenblokken. Mechanische belasting van de rug en schouders tijdens blokkenstellen. *Tijdschrift voor Ergonomie*, 32, 4-12.

#### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

#### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

#### **E-mail address:**

[vuresearchportal.ub@vu.nl](mailto:vuresearchportal.ub@vu.nl)

# Naar een optimaal gewicht voor kalkzandsteenblokken

## *Mechanische belasting van rug en schouders tijdens blokkenstellen*

P.P.F.M. Kuijer, G.S. Faber, M.J.M. Hoozemans, H.F. van der Molen, R. Grouwstra, I. Kingma, M.H.W. Frings-Dresen en J.H. van Dieën

*Voor het vaststellen van een gezondheidkundig optimaal gewicht bij het handmatig verwerken van kalkzandsteenblokken is onderzoek verricht naar het effect van blokgewichten van 6, 11, 14 en 16 kg op de mechanische belasting van de rug en schouders. Negen ervaren blokkenstellers voerden in een laboratorium de taak blokkenstellen uit met 1 en 2 handen op verschillende werkhoogten. De compressiekracht op de lage rug en het nettomoment rond de schouder werden bepaald met biomechanische modellen. De rug- en schouderbelasting namen toe met een toename van het blokgewicht. Het lichtste blok van 6 kg zou daarom de voorkeur hebben. Echter, ook bij het blokkenstellen met dit lichtste gewicht werd een biomechanische grenswaarde overschreden. De werkhoogte had een groter effect op de biomechanische belasting dan het blokgewicht. Het aanpassen van de werkhoogte lijkt daarom een meer effectieve maatregel dan het verlagen van alleen het blokgewicht om klachten aan het bewegingsapparaat te voorkomen.*

---

### Informatie auteurs:

Dr. Paul Kuijer, Eur.Erg. is werkzaam als onderzoeker bij het Coronel Instituut voor Arbeid en Gezondheid, Academisch Medisch Centrum / Universiteit van Amsterdam, Amsterdam en ten tijde van het onderzoek ook als registerergonoom bij EXPres, Faculteit der Bewegingswetenschappen, Vrije Universiteit, Amsterdam.

Drs. Gert Faber, dr. Marco Hoozemans en dr. Idsart Kingma zijn werkzaam als onderzoekers bij de Faculteit der Bewegingswetenschappen, Vrije Universiteit Amsterdam. Marco Hoozemans is als onderzoeker en adviseur bovendien werkzaam bij EXPres. Robin Grouwstra was ten tijde van het onderzoek ook als onderzoeker en adviseur werkzaam bij EXPres.

Dr. Henk van der Molen werkt als beleidsadviseur bij Arbow en is als onderzoeker werkzaam bij het Coronel Instituut voor Arbeid en Gezondheid, Academisch Medisch Centrum / Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.

Prof. dr. Monique Frings-Dresen is werkzaam als hoogleraar beroepsziekten bij het Coronel Instituut voor Arbeid en Gezondheid, Academisch Medisch Centrum / Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.

Prof. dr. Jaap van Dieën is werkzaam als hoogleraar biomechanica bij de Faculteit der Bewegingswetenschappen, Vrije Universiteit Amsterdam.

### Correspondentieadres:

Dr P. Paul F.M. Kuijer Eur.Erg., Coronal Instituut voor Arbeid en Gezondheid, Academisch Medisch Centrum / Universiteit van Amsterdam, Postbus 22660, 1100 DD Amsterdam, email: [p.p.kuijer@amc.uva.nl](mailto:p.p.kuijer@amc.uva.nl)

## Inleiding

Blokkenstellers bouwen muren van kalkzandsteen- of cellenbetonblokken. Het verschil met het werk van metselaars is dat blokken veelal zwaarder zijn dan stenen en dat blokken meestal met twee handen in plaats van één hand worden verwerkt. De massa van de blokken varieert tussen de 3,0 en 18,0 kg (Kuijer e.a. 2002).. Blokkenstellers hebben veel klachten aan het bewegingsapparaat, vooral aan de rug (35%) en aan de bovenste ledematen (44%) (Arbouw, 2006).. Deze klachten hangen mogelijk samen met het werk, zoals het tillen en dragen van blokken (Arbouw, 1999; Hoogendoorn e.a., 1999; Latza e.a., 2000). Daarnaast vinden veel blokkenstellers hun werk inspannend (Arbouw, 2001).

Om de werkzaamheden van een blokkensteller minder zwaar te maken zijn hulpmiddelen ontwikkeld die mechanisch opperen mogelijk maken of waarmee blokken mechanisch kunnen worden geplaatst (Arbouw, 1999). Toch worden in de praktijk nog handmatig veel blokken geopperd en geplaatst omdat deze hulpmiddelen vaak niet beschikbaar of toepasbaar zijn in gebouwen. Werkgevers en werknemers hebben op basis van onder andere de NIOSH formule (Waters e.a., 1993) afgesproken dat het maximale gewicht voor handmatig te verwerken blokken 14 kg dient te zijn (Arbouw, 1999). Echter, CAO partijen in de bouw willen ook weten wat het gezondheidkundig verantwoord gewicht voor handmatig te verwerken blokken is. De NIOSH formule alleen is niet geschikt om deze vraag te beantwoorden, omdat de betrouwbaarheid van deze metingen in de praktijk laag is en de formule een beperkte samenhang heeft met het optreden van klachten (Kuijer e.a., 2002).

Om tot een gezondheidkundig verantwoord gewicht te komen worden de energetische belasting en de mechanische belasting van rug en schouder bepaald bij verschillende gewichten van blokken. In de praktijk is onderzoek gedaan naar de energetische belasting tijdens het blokkenstellen en de bijbehorende taakkenmerken en productie. Uit dit onderzoek (Hopmans e.a., 2007) bleek dat de meest gebruikte blokken in de praktijk 11, 14 en 16 kg wegen. Het gewicht van een blok had geen effect op energetische belasting, taakeisen, en productie. De mechanische belasting van rug en schouders kon door de kwetsbaarheid van de meetapparatuur niet in de praktijk worden bepaald. Daarom werd een onderzoek in het laboratorium uitgevoerd, dat in dit

artikel beschreven wordt. De vraagstelling van dit onderzoek luidt: 'Wat is het effect van het gewicht van blokken op de mechanische belasting van de rug en schouders bij het stellen van kalkzandsteenblokken?'

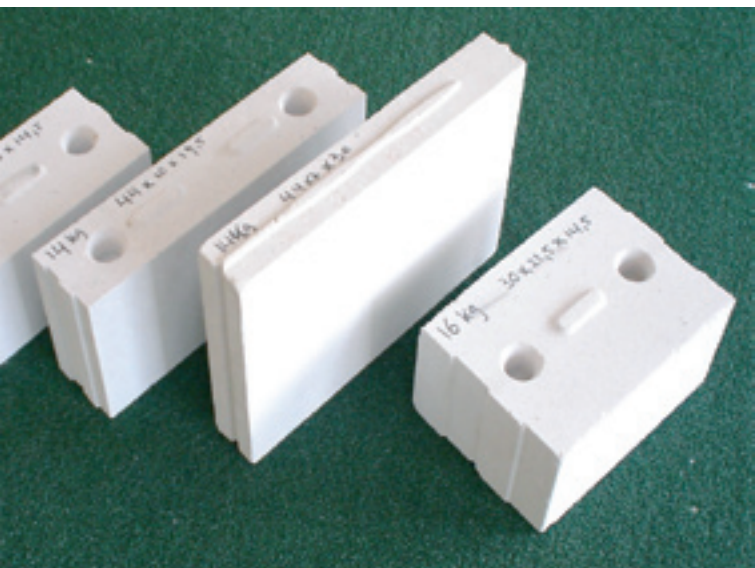
## Methode

Een laboratoriumonderzoek is uitgevoerd om de mechanische belasting van rug en schouders te meten waarbij zo goed mogelijk de fysiek zware werkzaamheden van blokkenstellers uit de praktijk zijn nagebootst. Met twee ervaren blokkenstellers zijn gedurende twee dagen proefmetingen in het laboratorium uitgevoerd om de haalbaarheid en praktische relevantie van het laboratoriumonderzoek te waarborgen.

### Blokkenstellers en blokken

Negen blokkenstellers deden vrijwillig mee aan het onderzoek. De blokkenstellers waren telefonisch benaderd door de onderzoekers. De adresgegevens waren verkregen van de CAO partijen in de bouw. De blokkenstellers ontvingen een financiële vergoeding voor de deelname. De blokkenstellers dienden minimaal 6 maanden ervaring te hebben met het stellen van kalkzandsteenblokken, rechtshandig te zijn, meer dan 7 dagen vrij van pijn te zijn en het laatste jaar niet onder behandeling te zijn geweest voor lichamelijke klachten die hen belemmerden in het werk. Gemiddelde en standaarddeviatie (SD) van leeftijd, lichaamslengte en -gewicht waren 36 (14) jaar, 184 (8) cm en 89 (14) kg. Voor aanvang van het onderzoek werden de blokkenstellers schriftelijk en mondeling geïnformeerd over het doel en de inhoud van het onderzoek. Vervolgens tekenden zij een toestemmingsverklaring voor deelname. Het onderzoek is goedgekeurd door de Ethische Commissie van de Faculteit der Bewegingswetenschappen.

Voor het bepalen van de biomechanische belasting werden vijf kalkzandsteenblokken gekozen die vergelijkbaar waren in gewicht en volume met de kalkzandsteenblokken uit de praktijk (Hopmans e.a., 2007), aangevuld met een blok dat zo goed mogelijk overeenkwam met de in het A-blad aangegeven actielimiet van 6 kg (Arbouw, 1999). Dit resulteerde in de volgende door Calduran geleverde kalkzandsteenblokken van 6 kg, 11 kg, 14 kg met gat, 14 kg zonder gat, en 16 kg (zie figuur 1, pagina 6).



Figuur 1. De onderzochte kalkzandsteenblokken van 6, 11, 14 (met gaten), 14 (zonder gaten) en 16 kg.

### Conditie experiment

Uit het onderzoek in de praktijk (Hopmans e.a., 2007) blijkt dat vierendertig procent (34%) van de tijd wordt besteed aan blokkenstellen. Het aantal geplaatste blokken per dag in de wand varieerde tussen 240 en 294 blokken. Een blok wordt meerdere keren gepakt. Per werkdag wordt gemiddeld 211 keer een blok opgepakt onder kniehoogte, 222 keer tussen knie- en schouderhoogte en slechts 2 keer boven schouderhoogte. Voor het neerzetten in de wand zijn deze aantallen respectievelijk 105, 272 en 58. Deze activiteiten zijn in het laboratorium gesimuleerd in de volgende condities die door iedere blokkensteller werden uitgevoerd:

- Oppakken van een blok vanaf 10 cm hoogte van een pallet met 1 hand en met 2 handen (zie afbeelding 2a:)

De blokkenstellers pakten de blokken met 1 hand en met 2 handen één voor één op van een pallet met de onderkant van het kalkzandsteenblok op 10 centimeter hoogte en verplaatsten deze naar een tafel die ongeveer 2 meter achter hen stond om een zo realistisch mogelijk bewegingspatroon te simuleren. De blokkenstellers mochten bij het oppakken van de kalkzandsteenblokken van de pallet net zo ver reiken en net zo veel kalkzandsteenblokken van de betreffende hoogte pakken, als ze in de praktijk ook zouden doen. Dit kan betekenen dat van de lichte blokken 7 rijen van deze laag op de pallet worden afgehaald en van de zware blokken 2 rijen. Alle opgepakte blokken werden meegenomen in de analyse.

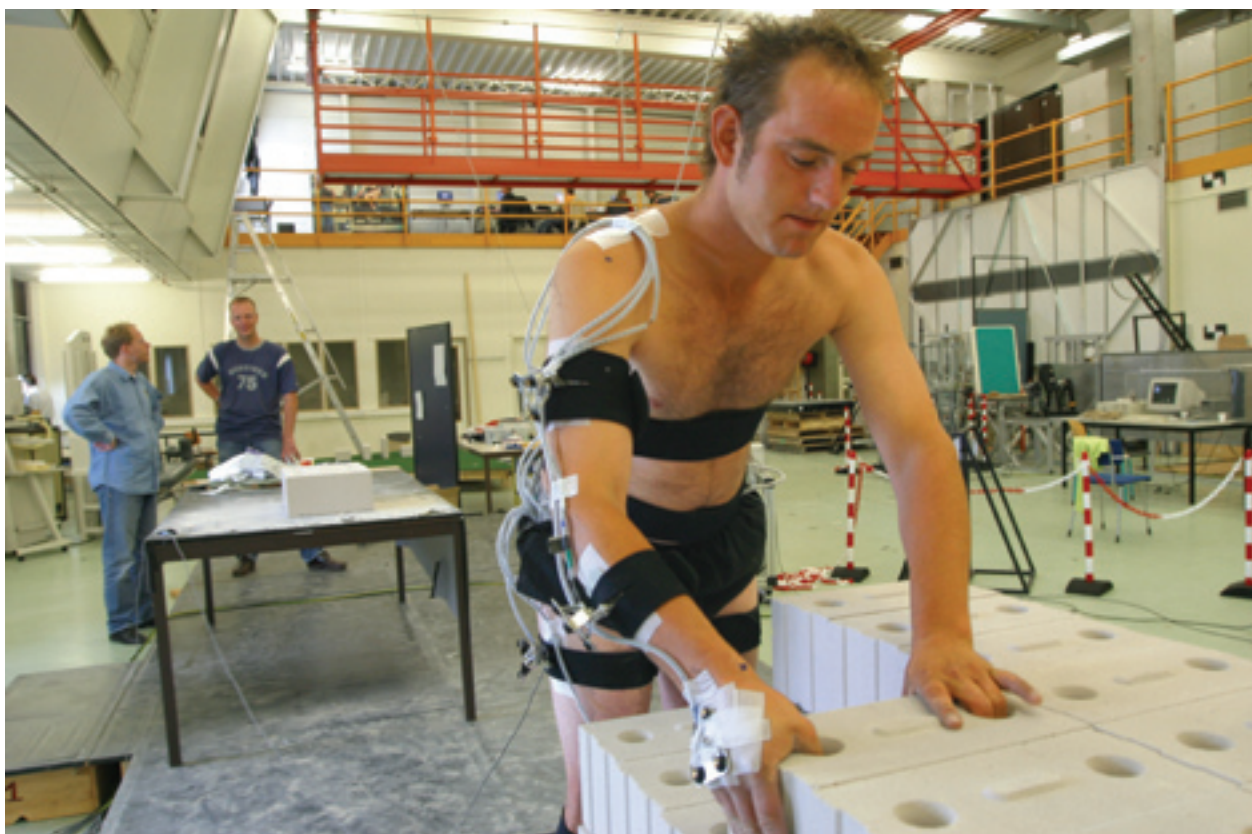


Figuur 2a. Een blokkensteller tijdens de taak oppakken laag van een pallet in het laboratorium.

- Oppakken van een blok vanaf 90 cm hoogte van een pallet met 1 hand en met 2 handen (zie afbeelding 2b:)

De blokkenstellers pakten de blokken met 1 hand en met 2 handen één voor één op van een pallet met de bovenkant van het kalkzandsteenblok op 90 centimeter hoogte en verplaatsten deze naar een tafel die ongeveer 2 meter achter hen stond om een zo realistisch mogelijk bewegingspatroon te simuleren. De blokkenstellers mochten bij het oppakken van de kalkzandsteenblokken van de pallet net zo ver reiken en net zo veel kalkzandsteenblokken van de betreffende hoogte pakken als ze in de praktijk ook zouden doen. Dit kan betekenen dat van de lichte blokken 8 rijen van deze laag op de pallet worden afgehaald en van de zware blokken 2 rijen. Alle opgepakte blokken werden meegenomen in de analyse.





Figuur 2b. Een blokkensteller tijdens oppakken van 90 cm hoogte van een pallet.

- Oppakken van een blok vanaf een steiger met 1 hand en met 2 handen (zie afbeelding 2c:)  
De kalkzandsteenblokken stonden opgestapeld waarbij het onderste blok op 0 cm hoogte stond. De positie was vergelijkbaar met de praktijk. De blokken werden met 1 hand en met 2 handen één voor één verplaatst naar een tafel op ongeveer 1,5 meter afstand zodat de blokken in één beweging konden worden gesteld, vergelijkbaar met het werken op een steiger in de praktijk. Bij het blok van 6 kg stonden 4 stenen op elkaar gestapeld, bij de blokken van 11 kg, 14 kg met gat en 16 kg stonden 3 blokken op elkaar en bij het blok van 14 kg zonder gat stonden geen blokken opgestapeld. Dit is overeenkomstig de praktijk. Bovendien stonden de blokken een kwartslag gedraaid ten opzichte van de stand in een pallet. Alle opgepakte blokken werden meegenomen in de analyse.
- Neerzetten van een blok in een wand met 1 hand en met 2 handen op drie posities: laag, midden en hoog (zie afbeeldingen 2d, e en f, pagina 8:)  
De kalkzandsteenblokken werden één voor één opgepakt met 1 hand en met 2 handen van een tafel op ongeveer 2 meter afstand van een wand en neergezet in een wand. De neerzethoogte was laag (0 cm), midden (heuphoogte van de blokkensteller), en hoog



Figuur 2c. Een blokkensteller tijdens de taak oppakken van 'de steiger' in het laboratorium.



Figuur 2d,e,f. Een blokkensteller tijdens de taak neerzetten laag, midden en hoog in de wand in het laboratorium.

(schouderhoogte van de blokkensteller). Elke conditie werd twee keer uitgevoerd. Voor de analyse werd de tweede poging gebruikt

De volgorde van de condities werd systematisch gevarieerd tussen de blokkenstellers om leereffecten te vermijden. Nadat iedere conditie met elk kalkzandsteenblok was uitgevoerd, had de blokkensteller ongeveer 2 minuten rust. Na 1,5 tot 2 uur had de blokkensteller 45 minuten rust. Daarna duurde de metingen opnieuw ongeveer 1,5 tot 2 uur. Zoals vermeld werden alle condities met één en twee handen uitgevoerd behalve de condities met de kalkzandsteenblokken van 16 kg en het neerzetten op schouderhoogte. Deze twee condities werden alleen met twee handen uitgevoerd omdat dit in de praktijk ook zo gebeurt. Het totaal aantal blokken dat een blokkensteller tijdens het laboratoriumonderzoek handmatig verplaatste werd geschat op ongeveer 200.

#### Mechanische belasting van de lage rug en schouder

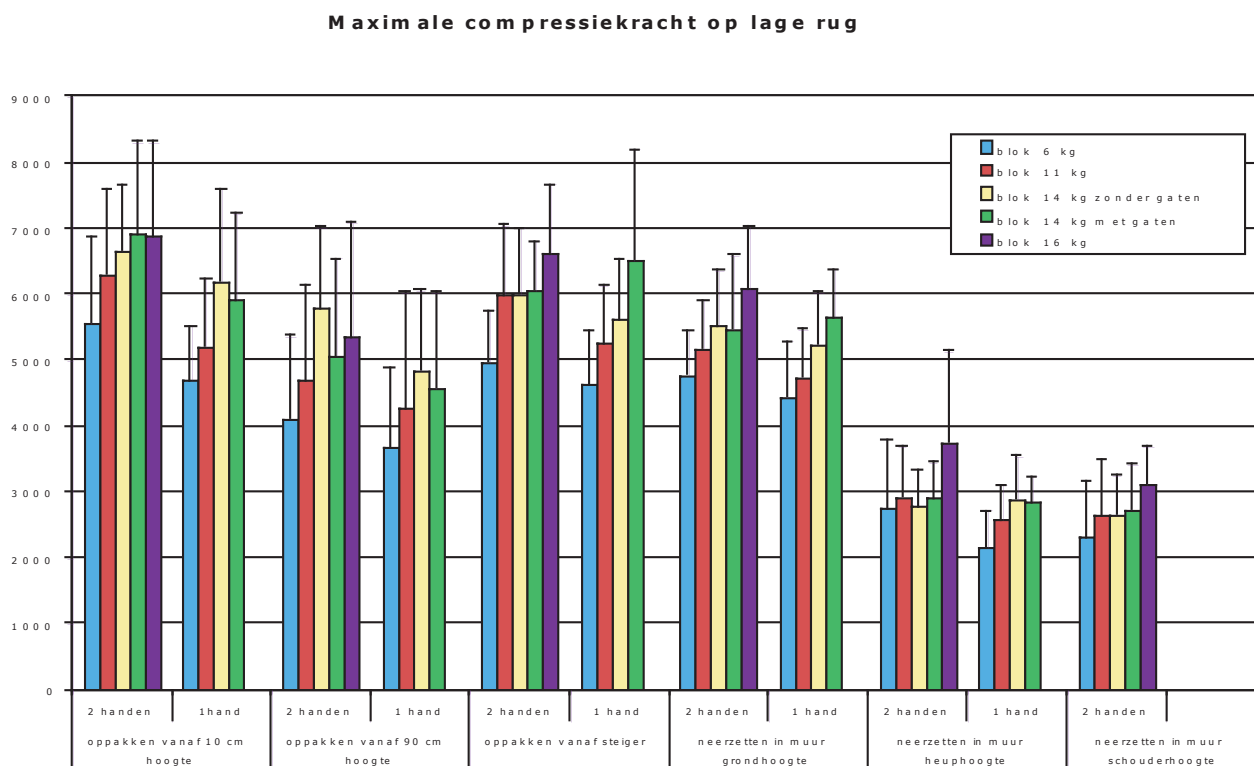
Als maat voor de belasting van de lage rug werd de maximale compressiekracht op de lage rug berekend. Als maat voor de belasting van de schouder werd het moment rond de schouder berekend.

De maximale compressiekracht tijdens verschillende condities werd bepaald met behulp van een biomechanisch model (Kingma e.a., 1996) dat de belasting van de rug in termen van nettomomenten bepaalt. Als input voor het model dienden de geregistreerde

voetreactiekrachten die werden gemeten met een krachtenplatform, de positie van het lichaam van de blokkensteller in de tijd en de antropometrische kenmerken van de blokkensteller zoals lichaamslengte en lichaamsgewicht. Doordat de voetreactiekrachten werden gemeten, mochten de blokkenstellers niet op het pallet stappen of rond het pallet lopen. De positie van het lichaam werd geregistreerd met speciale markers. In figuur 2a tot en met f zijn voorbeelden te zien van blokkenstellers tijdens de metingen. De compressiekrachten in de rug werden aan de hand van de 3D momenten berekend met een regressievergelijking (McGill e.a. 1996). De maximale compressiekracht werd berekend voor de verschillende condities per blokkensteller. Voor de schouder werd het schoudermoment bepaald met het biomechanische model van Kingma e.a. (1996). Het maximale schoudermoment werd berekend voor de verschillende condities per blokkensteller.

#### Data analyse

Het effect van het gewicht van het blok, de werkhoogte en het één of tweehandig stellen van blokken op de compressiekracht op de lage rug en het schoudermoment werd bepaald met een zogenaamde ('generalised estimating equations') GEE-analyse. Met behulp van een GEE kon worden vastgesteld in hoeverre het gevonden effect toe te schrijven is aan het gewicht van het kalkzandsteenblok, de werkhoogte en/of het één- of tweehandig stellen. Daarnaast berekent GEE de grootte van het effect van een onafhankelijke



Figuur 3. Gemiddelde maximale compressiekrachten op de lage rug en standaard deviatie (SD) bij het oppakken van 10 cm, 90 cm en steiger en neerzetten op grondhoogte, heuphoogte en schouderhoogte bij blokkenstellers die werkten met kalkzandsteenblokken met gewichten van 6, 11, 14 zonder gat, 14 met gat en 16 kg met één of twee handen ( $n=9$ ).

variabele, zoals blokgewicht, gecorrigeerd voor de effecten van de overige variabelen, zoals werkhogte, op de compressiekracht en het schoudermoment.. De GEE analyse werd uitgevoerd met SPIDA (Statistical Package for Interactive Data Analysis, Macquarie University Statistical Laboratory). Wanneer de kans dat een verschil toevallig was, kleiner was dan 5% ( $p<0,05$ ), dan werd het verschil verklaard door het blokgewicht, de werkhogte of het één- of tweehandig stellen van het blok. In de resultaten worden de termen hoger of lager alleen gebruikt als er sprake is van een statistisch significant verschil.

## Resultaten

### Mechanische belasting van de lage rug

De over de negen blokkenstellers gemiddelde maximale compressiekrachten varieerden tussen de 2168 N en 6913 N (figuur 3). Een toename van het gewicht van het kalkzandsteenblok resulteerde in een toename van de maximale compressiekracht: een toename van het gewicht van 6 kg tot 16 kg resulteerde in een toename van 1300 N. Het effect van de werkhogte op de compressiekracht was echter groter. Oppakken van 90 cm en neerzetten op heuphoogte en hoger

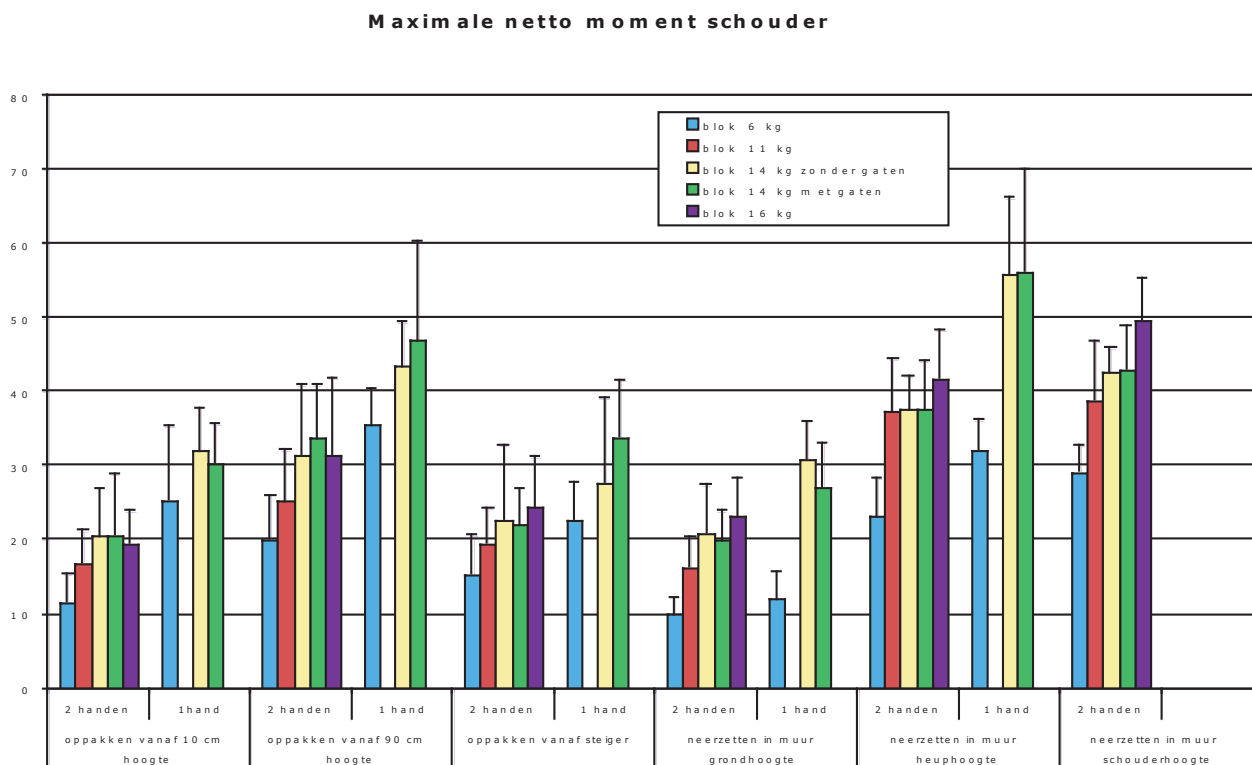
resulteerden in de laagste compressiekrachten. Uit de GEE analyse bleek dat de maximale compressiekrachten bij een lage werkhogte bij oppakken en neerzetten gemiddeld 1800 N hoger waren dan een werkhogte op ongeveer heuphoogte bij oppakken en neerzetten. Het éénhandig oppakken en neerzetten resulteerden in een lagere maximale compressiekracht dan het tweehandig oppakken en neerzetten: het gemiddelde verschil was 416 N.

### Mechanische belasting van de schouders

De gemiddelde maximale schoudermomenten varieerden tussen de 10 Nm en 56 Nm (figuur 4, pagina 10). Een toename van het gewicht van het kalkzandsteenblok resulteerde in een toename van het maximale schoudermoment: een toename van het gewicht van 6 kg tot 16 kg resulteerde in een toename van 13 Nm.

Het effect van de werkhogte op het schoudermoment was echter groter. Neerzetten op heuphoogte en schouderhoogte resulteerden in de hoogste schoudermomenten. Uit de GEE analyse bleek dat de schoudermomenten bij een lage werkhogte bij oppakken en neerzetten gemiddeld 16 Nm lager waren dan bij een hogere werkhogte bij oppakken en neerzetten.





Figuur 4. Gemiddelde maximale schoudermoment en SD (T-balk) bij het oppakken van 10 cm, 90 cm en steiger en neerzetten op grondhoogte, heuphoogte en schouderhoogte bij blokkenstellers die werkten met kalkzandsteenblokken met gewichten van 6, 11, 14 zonder gat, 14 met gat en 16 kg met één of twee handen. Bij ééhandig oppakken en neerzetten is het blok van 11 kg niet meegenomen omdat de steen werd gekanteld waardoor onrealistische versnellingen zijn gemeten en het schoudermoment daardoor is overschat ( $n=9$ ).

Het ééhandig oppakken en neerzetten resulteerde in een hoger schoudermoment dan het tweehandig oppakken en neerzetten: het verschil bedroeg gemiddeld 13 Nm.

## Discussie

### Mechanische belasting van rug en schouders

De maximale compressiekracht is een maat voor het risico op rugklachten (Norman e.a. 1998, Frazer e.a. 2003). De compressiekrachten tijdens het blokkenstellen zijn hoog. Bij alle gewichten van blokken wordt de maximaal acceptabele compressiekracht volgens NIOSH van 3400 N (Waters e.a., 1993) voor de algemene beroepsbevolking overschreden, behalve bij het neerzetten in een wand op heuphoogte (met uitzondering van 16 kg) en op schouderhoogte. Ook de maximaal acceptabele compressiekracht van 6000 N (Jäger, 2001) voor jonge mannen wordt voor nagenoeg alle gewichten overschreden vooral bij het oppakken vanaf lage posities zoals van de pallet en van de steiger. Het risico op rugklachten wordt waarschijnlijk vergroot door de frequentie waarin de blokken worden opgepakt en neergezet gedurende

een werkdag: totaal 870 keer (Hopmans e.a., 2007). Het verlagen van alleen het blokgewicht lijkt dan ook niet de meest effectieve interventie om rugklachten te voorkomen.

In tegenstelling tot de algemene overtuiging dat ééhandig tillen resulteert in een hogere belasting van de rug dan tweehandig tillen, geldt bij blokkenstellen juist het omgekeerde. Dit komt doordat bij ééhandig tillen minder diep hoeft te worden gebukt. Het nadeel is dat ééhandig tillen ten opzichte van tweehandig tillen resulteert in een toename van het schoudermoment. Vergeleken met gegevens van Chaffin e.a. (1999) geeft tweehandig tillen van blokken en ééhandig laag oppakken en neerzetten van blokken geen hoge schouderbelasting. De schouderbelasting, en daarmee de kans op schouderklachten, neemt wel sterk toe bij ééhandig tillen vanaf heupniveau. Deze bevinding ondersteunt de geobserveerde werktechniek van ééhandig oppakken van blokken vanaf een lage positie en tweehandig in de overige situaties zoals boven heuphoogte oppakken en boven schouderhoogte neerzetten.



## Optimaal gewicht?

Hoe lager het gewicht van het blok des te lager is de maximale compressiekracht op de lage rug en het maximale moment rond de schouders. Het laagste gewicht in dit laboratoriumonderzoek is 6 kg. Echter, uit de resultaten blijkt ook dat niet zozeer het gewicht van het blok als wel de verticale werkhoogte de biomechanische belasting bepaalt. Het optimaliseren van de verticale werkhoogte lijkt dan ook een meer effectieve maatregel dan alleen het verlagen van het gewicht. Deze aanpak wordt al toegepast bij het metselen met stenen door gebruik te maken van een 30 cm hoog bokje (Molen e.a., 2004). Een andere oplossing is een verhoogd geplaatste lijm- of speciekuip. Daarnaast dient blijvende aandacht te zijn voor het stimuleren van de inzet van mechanische hulpmiddelen. De CAO partijen hebben dit advies overgenomen en afgesproken om het gebruik van arbovriendelijke werkmethoden te bevorderen zodat de fysieke belasting van werknemers die blokkenstellen vermindert. Hiervoor wordt een landelijke campagne ('TIL SLIM') gestart die beoogt dat werkgevers en onder andere blokkenstellers de juiste hulpmiddelen inzetten en gebruiken.

## Conclusie

Het handmatig stellen van blokken zoals in de praktijk voorkomt met een gewicht van 6, 11, 14 of 16 kg resulteert in een overschrijding van één of meer gezondheidkundige richtlijnen. Een afname van het gewicht van het blok resulteert in een daling van de maximale compressiekracht en het maximale schoudermoment. Het lichtste blok van 6 kg zou daarom de voorkeur hebben. Echter, ook bij het blokkenstellen met dit lichtste gewicht werd een biomechanische grenswaarde overschreden. De werkhoogte had een groter effect op de biomechanische belasting dan het blokgewicht. Het aanpassen van de werkhoogte lijkt daarom een meer effectieve maatregel dan het verlagen van alleen het blokgewicht om klachten aan het bewegingsapparaat te voorkomen.

## Dankwoord

Dit onderzoek had niet kunnen worden uitgevoerd zonder de blokkenstellers. Wij bedanken hen dan ook hartelijk voor hun medewerking en inzet. Daarnaast bedanken we Calduran voor het beschikbaar stellen van de kalkzandsteenblokken voor het laboratoriumonderzoek. We bedanken de werkgever- en werknemerorganisaties voor de financiële bijdrage aan het onderzoek.

## Literatuur

- Arbouw. A-blad: Metselen en lijmen. Amsterdam: Stichting Arbouw. 1999.
- Arbouw. Bedrijfstatlas. Amsterdam: Stichting Arbouw. 2006.
- Arbouw. Bedrijfstatlas. Amsterdam: Stichting Arbouw. 2001.
- Chaffin DB, Andersson GBJ, Martin BJ. Occupational Biomechanics - third edition. New York: John Wiley & Sons, Inc. 1999.
- Frazer MB, Norman RW, Wells RP, Neumann WP. The effects of job rotation on the risk of reporting low back pain. *Ergonomics* 2003; 46: 904-919.
- Grouwstra R, Kuijer PPFM, Molen van der HF, Hoozemans MJM, Frings-Dresen MHW. Hoe zwaar is het stellen van gipsblokken? *Tijdschrift voor Ergonomie* 2007;1:16-23.
- Hoogendoorn WE, Poppel MNM, Bongers PM. Physical load during work and leisure time as risk factors for back pain. *Scand J Work Environmental Health* 1999; 25: 387-403.
- Hopmans PPW, Houweling AG, Kuijer PPFM, Molen van der HF, Frings-Dresen, MHW. Naar een optimaal gewicht van blokken: taakkenmerken, energetische belasting en productie. *Tijdschrift voor Ergonomie*. 2007; 32(2): 14-21.
- Jäger M. Belastung und belastbarkeit der Lendenwirbelsäule im Berufsaltag. Dortmund: VDI-Verlag 2001.
- Kingma I, De Looze MP, Toussaint HM, Klijnsma JG, Bruijnen TBM. Validation of a full body 3-D dynamic linked segment model. *Human Movement Science* 1996;15: 833-860.
- Kuijer P, Grouwstra R, Frings-Dresen M. Is toepassing van de NIOSH methode geschikt om de Actie Limiet voor gewichten van blokken voor metselen en lijmen te bepalen? Amsterdam: Coronel Instituut voor Arbeid en Gezondheid, AMC. 2002; 02-07.
- Latza U, Karmaus W, Stürmer T, Steiner M, Neth A, Rehder U. Cohort study of occupational risk factors of low back pain in construction workers. *Occup Environ Med* 2000; 57: 28-34.
- McGill SM, Norman RW and Cholewicki J. A simple polynomial that predicts low-back compression during complex 3D tasks. *Ergonomics* 1996; 39:1107-1118.
- Molen van der HF, Grouwstra R, Kuijer PPFM, Sluiter JK, Frings-Dresen MHW. Efficacy of adjusting working height and mechanizing of transport on physical work demands and local discomfort in construction work. *Ergonomics* 2004; 47: 772-783.
- Norman, RW, Wells RP, Neumann WP, Frank J, Shannon H, Kerr, the Ontario Universities Back Pain Study (OUBPS) Group. A comparison of peak vs cumulative physical work exposure risk factors for the reporting of low back pain in the automotive industry. *Clinical Biomechanics* 1998; 13: 561-573.
- Waters TR, Putz-Anderson V, Garg A, Fine LJ. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics* 1993; 36: 749-776.

## Abstract

This study examined the effect of calcareous sandstone blocks of 6, 11, 14, and 16 kg on mechanical loading of the low back and shoulders in order to establish a health based weight criterion for manual handling of blocks in the construction industry. Nine experienced bricklayers performed simulations of building a wall at different heights using one or two hands. 3-D inverse dynamics analysis was performed to calculate the compression force on the lumbar spine and the net moments at the shoulder joint. A higher block mass resulted in a higher low back and shoulder load. In the present study the optimal block weight was 6 kg. However, working height had a more profound effect on the biomechanical load than block weight. Therefore, optimizing working height seems more effective than reducing block weight only in reducing the risk of musculoskeletal complaints.



**Düsseldorf, Duitsland**  
**18 t/m 21 september**

*Nieuwe mogelijkheden:*  
→ bedrijfs-  
geneeskunde  
→ ergonomie  
→ detachering  
→ ...

**A+4 2007**

Persoonlijke bescherming,  
bedrijfsveiligheid en gezondheid  
op het werk

Internationale vakbeurs met congres  
en speciale tentoonstellingen

[www.AplusA-online.de](http://www.AplusA-online.de)



Informatie:  
Fairwise bv  
Verlengde Tolweg 2a  
2563 RX Den Haag  
0031-(0)70-3501100  
0031-(0)70-3584061  
[www.fairwise.nl](http://www.fairwise.nl)



Messe  
Düsseldorf